

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003449

International filing date: 02 March 2005 (02.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-057603
Filing date: 02 March 2004 (02.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

07. 3. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 2 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 5 7 6 0 3

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

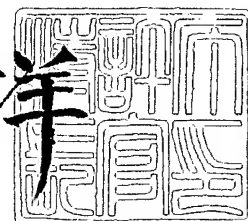
J P 2 0 0 4 - 0 5 7 6 0 3

出 願 人
Applicant(s): 中国電力株式会社
三菱重工業株式会社

2 0 0 5 年 4 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 CD030661
【提出日】 平成16年 3月 2日
【あて先】 特許庁長官殿
【発明者】
 【住所又は居所】 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内
 【氏名】 平野 義男
【発明者】
 【住所又は居所】 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内
 【氏名】 引野 健治
【発明者】
 【住所又は居所】 広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号 中国電力株式会社内
 【氏名】 角谷 貢
【発明者】
 【住所又は居所】 広島県広島市西区観音新町四丁目 6 番 2 2 号 三菱重工業株式会社 広島研究所内
 【氏名】 清木 義夫
【発明者】
 【住所又は居所】 長崎県長崎市飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内
 【氏名】 常岡 晋
【特許出願人】
 【識別番号】 000211307
 【氏名又は名称】 中国電力株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 000006208
 【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 110000176
 【氏名又は名称】 一色国際特許業務法人
 【代表者】 一色 健輔
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 211868
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

石炭焚きボイラから排出される排ガスを冷却媒体に流通させて、二酸化炭素を固化させないが二酸化窒素及び二酸化硫黄を凝縮または固化させる第 1 の温度に冷却することにより前記排ガスに有害ガス成分として含まれる窒素酸化物及び硫黄酸化物を凝縮または固化させて前記排ガスから分離する第 1 のプロセスと、

前記排ガスを二酸化炭素を固化させる第 2 の温度に冷却することにより前記排ガスに含まれる二酸化炭素を固化させて前記排ガスから分離する第 2 のプロセスと、

を含むことを特徴とする排ガスの処理方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の排ガスの処理方法において、

前記第 1 のプロセスにより前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、前記冷却媒体は気化させるが前記有害ガス成分は気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分から前記冷却媒体を分離するプロセスを含むこと、を特徴とする排ガスの処理方法

【請求項 3】

請求項 2 に記載の排ガスの処理方法において、

前記有害ガス成分から分離される前記冷却媒体を、前記排ガスを流通させる前記冷却媒体として循環させるプロセスを含むことを特徴とする排ガスの処理方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、

前記第 1 のプロセスにより前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、硫黄酸化物は気化させるが窒素酸化物は気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分に含まれる硫黄酸化物と窒素酸化物とを分離するプロセスを含むこと、を特徴とする排ガスの処理方法。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、

前記冷却媒体は、ジメチルエーテル、メタノール、エタノール、トルエン、エチルベンゼンのいずれかを含むことを特徴とする排ガスの処理方法。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、

前記第 1 のプロセスは、前記排ガスに含まれる水分を前記排ガスから分離するプロセスを含むこと、を特徴とする排ガスの処理方法。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、

前記第 2 のプロセスは、固化させた二酸化炭素（ドライアイス）をさらに液化させるプロセスを含むこと、を特徴とする排ガスの処理方法。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、

前記第 1 のプロセスの前に、前記排ガスを室温程度に冷却した後に水と熱交換させることにより前記排ガスに含まれる水分、有害ガス成分および煤塵を除去する前プロセスを行うこと、を特徴とする排ガスの処理方法。

【請求項 9】

石炭焚きボイラから排出される排ガスを冷却媒体に流通させて、二酸化炭素を固化させないが二酸化窒素及び二酸化硫黄を凝縮または固化させる第 1 の温度に冷却することにより前記排ガスに有害ガス成分として含まれる窒素酸化物及び硫黄酸化物を凝縮または固化させて前記排ガスから分離するプロセスを行う第 1 の装置と、

前記排ガスを二酸化炭素を固化させる第 2 の温度に冷却することにより前記排ガスに含まれる二酸化炭素を固化させて前記排ガスから分離するプロセスを行う第 2 の装置と、

を含むことを特徴とする排ガスの処理システム。

【請求項 1 0】

請求項 9 に記載の排ガスの処理システムにおいて、

前記第 1 の装置により前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、前記有害ガス成分に含まれる前記冷却媒体については気化させるが前記有害ガス成分については気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分から前記冷却媒体を分離する装置を含むこと、を特徴とする排ガスの処理システム。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の排ガスの処理システムにおいて、

前記有害ガス成分から分離される前記冷却媒体を、前記排ガスを流通させる前記冷却媒体として循環させる装置を含むことを特徴とする排ガスの処理システム。

【請求項 1 2】

請求項 9 ～ 1 1 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、

前記第 1 の装置により前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、硫黄酸化物は気化させるが窒素酸化物は気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分に含まれる硫黄酸化物と窒素酸化物とを分離する装置を含むこと、を特徴とする排ガスの処理システム。

【請求項 1 3】

請求項 9 ～ 1 2 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、

前記冷却媒体は、ジメチルエーテル、メタノール、エタノール、トルエン、エチルベンゼンのいずれかを含むこと特徴とする排ガスの処理システム。

【請求項 1 4】

請求項 9 ～ 1 3 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、

前記第 1 の装置は、前記排ガスに含まれる水分を前記排ガスから分離する装置を含むこと、を特徴とする排ガスの処理システム。

【請求項 1 5】

請求項 9 ～ 1 4 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、

前記第 2 の装置は、固化させた二酸化炭素（ドライアイス）をさらに液化させる装置を含むこと、を特徴とする排ガスの処理システム。

【請求項 1 6】

請求項 9 ～ 1 5 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、

前記第 1 の装置により行われるプロセスの前に、前記排ガスを室温程度に冷却した後に水と熱交換させることにより前記排ガスに含まれる水分、有害ガス成分および煤塵を除去する前プロセスを行う装置を含むこと、を特徴とする排ガスの処理方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】排ガスの処理方法及びシステム

【技術分野】

【0001】

この発明は、排ガスの処理方法及びシステムに関し、特に、石炭焚きボイラ等から排出される排ガスに含まれる有害ガス成分を効率よく除去し、かつ、二酸化炭素を効率よく回収するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

発電所や化学プラント等における石炭焚きボイラ等から排出される排ガス中に含まれる硫黄酸化物、窒素酸化物等の有害ガス成分は、例えば、湿式脱硫処理装置や脱硝触媒による脱硝処理装置等を用いて分離・除去されている。また、より効率の高い有害ガス成分の分離・除去方法として、活性炭を用いる、いわゆる物理吸着法が知られている。

【0003】

他方、昨今では大気中の二酸化炭素量が増加し、温室効果と呼ばれている大気温度の上昇との関係が問題となってきた。二酸化炭素発生量の増加の原因は、化石燃料の燃焼により生ずるものが大半である。このため、発電所や化学プラント等においては、環境面から排ガス中に含まれる二酸化炭素をなるべく大気中に排出させないようにすることが求められている。

【特許文献1】特開2000-317302号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このように、石炭焚きボイラから排出される排ガスの処理に関しては、窒素酸化物や硫黄酸化物等の有害ガス成分を効率よく除去するとともに、二酸化炭素についても効率よく回収する必要がある、有害ガス成分の除去と二酸化炭素の回収とを一連の処理として効率よく連続的に行うことができる排ガスの処理システムが必要とされている。

【0005】

この発明はこのような背景に鑑みてなされたもので、石炭焚きボイラから排出される排ガスから、有害ガス成分を効率よく除去し、かつ、二酸化炭素を効率よく回収することができる排ガスの処理方法及びシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するための本発明の請求項1に記載の発明は、排ガスの処理方法であって、石炭焚きボイラから排出される排ガスを冷却媒体に流通させて、二酸化炭素を固化させないが二酸化窒素及び二酸化硫黄を凝縮または固化させる第1の温度に冷却することにより前記排ガスに有害ガス成分として含まれる窒素酸化物及び硫黄酸化物を凝縮または固化させて前記排ガスから分離する第1のプロセスと、前記排ガスを二酸化炭素を固化させる第2の温度に冷却することにより前記排ガスに含まれる二酸化炭素を固化させて前記排ガスから分離する第2のプロセスと、を含むこととする。

二酸化炭素は -78.5°C 以下で気相から固相に直接凝固してドライアイスとなる。従って、二酸化炭素を固化させてしまわないようにするためには、第1の温度は -78.5°C よりも高い温度である。また、第2の温度は二酸化炭素を固化させる温度、すなわち、 -78.5°C よりも低い温度である。

【0007】

本発明では、石炭焚きボイラから排出される有害ガス成分を含んだ排ガスを、二酸化炭素を固化させないが二酸化窒素及び二酸化硫黄を凝縮または固化させる第1の温度に冷却することにより排ガスに含まれる窒素酸化物及び硫黄酸化物を凝縮または固化させて分離した後、さらに排ガスを二酸化炭素を固化させる第2の温度に冷却して排ガス中の二酸化炭素を固化させて排ガスから分離するようにしている。このため、第1のプロセスでは、

排ガスに含まれる二酸化炭素については分離されず、排ガスに二酸化炭素が残留することとなり、第2のプロセスにおいて確実に二酸化炭素を回収することができる。また、窒素酸化物や硫黄酸化物等の有害ガス成分を含んだ排ガスについて、有害ガス成分を除去しつつ二酸化炭素を効率よく回収することができる。

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の排ガスの処理方法において、前記第1のプロセスにより前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、前記冷却媒体は気化させるが前記有害ガス成分は気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分から前記冷却媒体を分離するプロセスを含むこととする。

この発明によれば、前記有害ガス成分から確実に冷却媒体を回収することが可能となり、これにより冷却媒体を有効に利用することができる。

【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の排ガスの処理方法において、前記有害ガス成分から分離される前記冷却媒体を、前記排ガスを流通させる前記冷却媒体として循環させるプロセスを含むこととする。

このように冷却媒体を循環させて用いることで、冷却媒体が有効に利用されることとなる。

【0010】

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、前記第1のプロセスにより前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、硫黄酸化物は気化させるが窒素酸化物は気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分に含まれる硫黄酸化物と窒素酸化物とを分離するプロセスを含むこととする。

これにより前記有害ガス成分に含まれる窒素酸化物を排ガスから分離することができ、前記有害ガス成分に含まれる硫黄酸化物と窒素酸化物とを分離することができる。

【0011】

請求項5に記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、前記冷却媒体は、ジメチルエーテル、メタノール、エタノール、トルエン、エチルベンゼンのいずれかを含むこととする。

上記第1のプロセスにおいて、上記冷却媒体には、凝縮又は固化した有害ガス成分から冷却媒体を分離するためには、有害ガス成分を凝縮又は固化させる温度においても冷却媒体自身が固化してしまわない性質であることが要求される。また、冷却媒体によって効率よく有害ガス成分を凝縮または固化させるべく、冷却媒体としては、有害ガス成分を吸収しやすい性質であることが求められる。さらに、排ガスに含まれる二酸化炭素を効率よく上記第2のプロセスで回収するために、上記冷却媒体は、二酸化炭素を吸収しにくい性質であることも必要である。ジメチルエーテル、メタノール、エタノール、トルエン、エチルベンゼンは、いずれもこのような条件を満たしている。

【0012】

請求項6に記載の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、前記第1のプロセスは、前記排ガスに含まれる水分を前記排ガスから分離するプロセスを含むこととする。

第1のプロセスにおいて排ガスに含まれる水分が分離されることで、第2のプロセスにおいて二酸化炭素を効率よく回収することができる。

【0013】

請求項7に記載の発明は、請求項1～6のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、前記第2のプロセスは、固化させた二酸化炭素（ドライアイス）をさらに液化させるプロセスを含むこととする。

このように二酸化炭素（ドライアイス）を液化することで、二酸化炭素の貯留性や運搬性が向上し、二酸化炭素の取扱い性を向上させることができる。

【0014】

請求項1～7のいずれかに記載の排ガスの処理方法において、前記第1のプロセスの前

に、前記排ガスを室温程度に冷却した後に水と熱交換させることにより前記排ガスに含まれる水分、有害ガス成分および煤塵を除去する前プロセスを行うこととする。

このような前プロセスを行うことで、排ガスから水分、有害ガス成分および煤塵を確実に除去することが可能となる。

【0015】

請求項 9 に記載の発明は、排ガスの処理システムであって、石炭焚きボイラから排出される排ガスを冷却媒体に流通させて、二酸化炭素を固化させないが二酸化窒素及び二酸化硫黄を凝縮または固化させる第 1 の温度に冷却することにより前記排ガスに有害ガス成分として含まれる窒素酸化物及び硫黄酸化物を凝縮または固化させて前記排ガスから分離するプロセスを行う第 1 の装置と、前記排ガスを二酸化炭素を固化させる第 2 の温度に冷却することにより前記排ガスに含まれる二酸化炭素を固化させて前記排ガスから分離するプロセスを行う第 2 の装置と、を含むこととする。

【0016】

請求項 10 に記載の発明は、請求項 9 に記載の排ガスの処理システムにおいて、前記第 1 の装置により前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、前記有害ガス成分に含まれる前記冷却媒体については気化させるが前記有害ガス成分については気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分から前記冷却媒体を分離する装置を含むこととする。

【0017】

請求項 11 に記載の発明は、請求項 10 に記載の排ガスの処理システムにおいて、前記有害ガス成分から分離される前記冷却媒体を、前記排ガスを流通させる前記冷却媒体として循環させる装置を含むこととする。

【0018】

請求項 12 に記載の発明は、請求項 9 ～ 11 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、前記第 1 の装置により前記排ガスから分離される前記有害ガス成分を、硫黄酸化物は気化させるが窒素酸化物は気化させない温度に昇温することにより前記有害ガス成分に含まれる硫黄酸化物と窒素酸化物とを分離する装置を含むこととする。

【0019】

請求項 13 に記載の発明は、請求項 9 ～ 12 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、前記冷却媒体は、ジメチルエーテル、メタノール、エタノール、トルエン、エチルベンゼンのいずれかを含むこととする。

【0020】

請求項 14 に記載の発明は、請求項 9 ～ 13 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、前記第 1 の装置は、前記排ガスに含まれる水分を前記排ガスから分離する装置を含むこととする。

【0021】

請求項 15 に記載の発明は、請求項 9 ～ 14 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、前記第 2 の装置は、固化させた二酸化炭素（ドライアイス）をさらに液化させる装置を含むこととする。

【0022】

請求項 16 に記載の発明は、請求項 9 ～ 15 のいずれかに記載の排ガスの処理システムにおいて、前記第 1 の装置により行われるプロセスの前に、前記排ガスを室温程度に冷却した後に水と熱交換させることにより前記排ガスに含まれる水分、有害ガス成分および煤塵を除去する前プロセスを行う装置を含むこととする。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、石炭焚きボイラから排出される有害ガス成分を含んだ排ガスから、有害ガス成分を効率よく除去し、かつ、排ガスに含まれる二酸化炭素を効率よく回収することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

===概略説明===

以下、本発明の一実施例による排ガスの処理システム（以下、排ガス処理システムと称する）について詳細に説明する。

【0025】

図1に本実施例の排ガス処理システムの概略的な構成を示している。本実施例の排ガス処理システムは、発電所や化学プラント等における、石炭焚きボイラ・重油焚きボイラ等の排ガス発生源10から排出される窒素酸化物や硫黄酸化物等の有害ガス成分を含んだ排ガスについて、当該排ガスに含まれる水分や有害ガス成分を効率よく除去するとともに、排ガスに含まれる二酸化炭素を効率よく回収するための仕組みを提供するものである。

【0026】

本実施例の排ガス処理システムにおいては、まず前プロセスとして、排ガス発生源10から排出される、窒素酸化物や硫黄酸化物等の有害ガス成分を含んだ排ガスを、熱交換器11及び凝縮機（コンデンサ）13に收容される工業用水に導入することにより室温程度に冷却する。次に第1のプロセスとして上記のように室温程度に冷却された排ガスを脱水塔17において二酸化炭素を固化させない第1の温度に冷却することにより、排ガスに含まれる水分、窒素酸化物、及び硫黄酸化物を凝縮または固化させて、これらを排ガスから分離する。そして、第2のプロセスとして、水分、窒素酸化物、及び硫黄酸化物を分離した前記排ガスを、ドライアイスサブリーマータ24において前記第1の温度よりもさらに低い第2の温度に冷却することにより、前記排ガスに含まれる二酸化炭素を固化させて前記排ガスから分離する。

【0027】

ここで上記第1のプロセスにおいて分離された上記有害ガス成分には、上記冷却媒体が混在しているが、排ガスの処理システムを効率よく運用するためには上記冷却媒体は循環させて有効に利用することが好ましい。そこで本実施例では、冷却媒体及び有害ガス成分の気化温度差を利用する蒸発法により有害ガス成分から冷却媒体を分離して回収し、回収した冷却媒体を再び冷却媒体として用いるようにしている。なお、蒸発法では、加熱のためのエネルギーが必要であるが、冷却媒体として沸点の低いものを採用することによって、前記エネルギーを低減させることができる。

【0028】

排ガスに含まれる二酸化炭素を上記第2のプロセスにおいて効率よく回収するためには、水分や有害ガス成分を凝縮もしくは固化させる際に、二酸化炭素が凝縮又は固化してしまわないようにすることが必要である。ここで二酸化炭素は -78.5°C 以下で気相から固相に直接凝固してドライアイスとなる。そこで二酸化炭素を固化させてしまわないよう、冷却媒体の温度は -78.5°C よりも高温とする。

【0029】

上記第1のプロセスにおいて、上記冷却媒体としては、凝縮又は固化した有害ガス成分から冷却媒体を分離するためには、有害ガス成分を凝縮又は固化させる温度においても冷却媒体自身が固化してしまわない性質であることが要求される。また有害ガス成分を効率よく凝縮または固化させるべく、冷却媒体としては、有害ガス成分を吸収しやすい性質であることが要求される。さらに、排ガスに含まれる二酸化炭素を効率よく上記第2のプロセスで回収するために、上記冷却媒体としては、二酸化炭素が溶けにくい性質であることが要求される。

【0030】

これらの要求を満たす具体的な冷却媒体としては、ジメチルエーテル（以下、DMEと称する）（凝固点： -141.5°C 、沸点： -24.9°C ）があげられる。なお、DME以外の物質についても、上述した上記冷却媒体としての上記の各要求を満たせば、上記冷却媒体として用いることができる。例えば、無機塩類（塩化ナトリウム、塩化カリウム等）、臭素化合物（臭化リチウム、臭化ブロム等）、エーテル類（ジメチルエーテル、メチルエーテル等）、アルコール類（メタノール、エタノール等）、シリコンオイル類、パラ

フィン系炭化水素（プロパン、正ブタン等）、オレフィン系炭化水素等、上記の各要求を満たす物質であれば、上記冷却媒体として用いることができる。具体的にはメタノール、エタノール、トルエン、エチルベンゼン等を上記冷却媒体として用いることができる。上記冷却媒体から、凝縮もしくは固化した有害ガス成分を分離するためには、冷却媒体となる物質と有害ガス成分との沸点の差が大きい方が有利である。このような観点からは、上記冷媒としては、エーテル類、アルコール類が好適である。

【0031】

図2は二酸化炭素濃度が10%の模擬ガスをDMEに流通させた場合における、模擬ガス中の二酸化炭素の濃度変化の測定結果を示している。この図に示すように、模擬ガス中の二酸化炭素の濃度は、模擬ガスのDMEへの流通開始時は模擬ガスがDMEに溶け込むために一時的に低下するが、その後は時間とともに次第にDMEに流通させる前の濃度（10%）に近づいている。これはDME中の二酸化炭素が飽和状態となると、それ以上DME中に二酸化炭素が溶けにくくなるからであると考えられる。また、DMEが窒素酸化物や硫黄酸化物等の有害ガス成分を吸収しやすいことを確認するために、本発明者らは、有害ガス成分を含んだ模擬ガス（二酸化窒素：60ppm、二酸化硫黄：80ppm、アンモニア：10ppm）をDME中に流通させた。その結果、模擬ガスのDMEへの流通開始後、1時間ほどで模擬ガス中の有害ガス成分は全て1ppm以下となることが確認された。

【0032】

===詳細説明===

次に、本実施例の排ガスの処理システムの具体的な仕組みについて詳述する。まず前プロセスにおいて、石炭焚きボイラや重油焚きボイラ等の排ガス発生源10から排出される窒素酸化物や硫黄酸化物等の有害ガス成分を含んだ排ガスが熱交換器11に導入される。熱交換器11には、海水ポンプ12によって供給される海水（25℃）、及び、冷凍機40から循環されるエチレングリコール等の冷媒が導かれている。排ガス発生源10から導かれる排ガス（55℃）は、熱交換器11を通過することにより、これら海水や冷媒によって室温程度に冷却される。

【0033】

熱交換器11において、室温程度に冷却された排ガスは、次に、凝縮器（コンデンサ）13へと導かれる。凝縮器13に導かれた排ガスは、当該凝縮器13に收容されている工業用水に導入される。これにより当該排ガスに含まれている水分、有害ガス成分、煤塵等が除去される。排ガスから除去された水分、有害ガス成分、煤塵等を含んだ凝縮水は、一旦、排水槽14に貯留された後、排水ポンプ15により排水処理装置50へと導かれる。凝縮器13を通過した後の排ガスは、排ガスファン16によって次に脱水塔17へと導かれる。なお、凝縮器13において工業用水と熱交換されることにより、排ガスは室温程度から5℃にまで冷却される。

【0034】

脱水塔17では、排ガスについて更に脱水（除湿）及び有害ガス成分の除去が行われる。なお、排ガスに含まれる水分が脱水されることで、後に排ガスに含まれる二酸化炭素の回収を効率よく行うことができる。

【0035】

脱水塔17において、排ガスは脱水塔17の下方側から導入される。脱水塔17に導入された排ガス（5℃）は、脱水塔17内に排ガスを冷却するための冷却媒体として満たされているDME（例えば、-90℃）にバブリング方式により流通される。なお、脱水塔17に導入された排ガスは、DMEと熱交換することにより例えば-78℃に冷却される。

【0036】

ここで-78℃では、排ガス中の水分や有害ガス成分（二酸化窒素（融点：-9℃、沸点：21℃）、二酸化硫黄（融点：-75.5℃、沸点：-10℃）については凝縮もしくは固化させるが、二酸化炭素（凝固点（昇華点）：-78.5℃）については凝固させ

ない温度である。従って、脱水塔 17 にて排ガスを DME に流通させることにより、水分、二酸化窒素及び二酸化硫黄等の有害ガス成分は凝縮または固化して排ガスから分離されるが、二酸化炭素は気体のまま排ガス中に残留することになる。なお、脱水塔 17 の上方に浮上してくる二酸化炭素を含んだ排ガス（ -79°C ）については、リバーシブル熱交換器 23 へと導かれる。

【0037】

脱水塔 17 内の DME は、DME 冷却塔 18 から循環的に供給されている。DME は DME 冷却塔 18 で冷却される。DME 冷却塔 18 には、冷凍機 40 において冷却された冷媒（液体窒素）が、循環ポンプ 19 により循環されており、DME は、前記冷媒との間の熱交換により冷却される。

【0038】

脱水塔 17 において排ガスを流通させたことにより、凝縮または固化した水分及び有害ガス成分を含むこととなった DME は、当該 DME を再利用するために、次に DME 分離塔 20 へと導かれる。DME 分離塔 20 に導かれた DME は、海水と間接的に熱交換されて -20°C に昇温される。ここで -20°C では、水分及び有害ガス成分については液体または固体であるが、DME（凝固点： -141.5°C 、沸点： -24.9°C ）は気体である。このため、DME は DME 分離塔 20 の上方に浮上し、これにより DME は他の成分と分離される。DME 分離塔 20 の上方に浮上してくる DME は、DME 分離塔 20 の上方から回収されて DME 冷却塔 18 に導かれた後、さらに、脱水塔 17 に導かれ、DME は循環させて有効に利用されることとなる。また冷却媒体としての DME が循環的に再利用されることで、本実施例の排ガス処理システムは、系全体として冷却媒体が効率よく利用されて運用されることになる。

【0039】

脱水塔 17 から DME 分離塔 20 内に残留した液体または固体の水分及び有害ガス成分は、輸送ポンプ 21 により成分分離塔 22 に導かれる。成分分離塔 22 に導かれた水分及び有害ガス成分は、成分分離塔 22 内で海水と間接的に熱交換されて 5°C に昇温される。この温度で水分（融点 0°C 、沸点 100°C ）及び二酸化窒素（融点 -9°C 、沸点 21°C ）は液体となり、二酸化硫黄（融点 -75.5°C 、沸点 -10°C ）は気体となる。気体となった二酸化硫黄は成分分離塔 22 の上方から排出されて熱交換器 11 へと導かれて排ガス発生源 10 から導かれる排ガス（ 55°C ）を冷却するための冷媒として利用される。このように二酸化硫黄が冷媒として利用されることで、本実施例の排ガス処理システムでは、冷却のために必要となる系全体としてのエネルギー消費量が抑えられ、効率的な処理が実現されることとなる。

【0040】

なお、冷媒として利用された後の排ガスは熱交換されて 45°C にまで昇温され、煙突 51 に導かれて系外に排出される。一方、成分分離塔 22 内に残留する二酸化硫黄以外の凝縮水や二酸化窒素等の有害ガス成分については排水処理装置 50 へと導かれる。

【0041】

リバーシブル熱交換器 23 に導かれた排ガス（ -79°C ）は、リバーシブル熱交換器 23 において後述するサイクロン 25 から導かれる -135°C の排ガスとの間での熱交換により冷却された後、ドライアイスサブリメータ 24 に導かれる。ドライアイスサブリメータ 24 に導かれた排ガスはドライアイスサブリメータ 24 内に冷凍機 40 を通って循環されている冷媒（液体窒素）（ -145°C ）と間接的に熱交換され、 -135°C にまで冷却される。ここで -135°C において、排ガス中に含まれる二酸化炭素（凝固点（昇華点）： -78.5°C ）は固体（ドライアイス）となる。

【0042】

ドライアイスサブリメータ 24 で生成されたドライアイスは次にサイクロン 25 へと導かれる。サイクロン 25 ではドライアイスと排ガスとが分離される。このうち分離された排ガス（ -135°C ）は、上述したようにリバーシブル熱交換器 23 に導かれて冷媒として機能する。このようにドライアイスサブリメータ 24 で冷却された排ガスをリバーシブ

ル熱交換器 23 において冷媒として利用することで、本実施例の排ガス処理システムでは、冷却のために必要となる系全体としてのエネルギー消費量が抑えられ、効率的な処理が実現されることとなる。なお、リバーシブル熱交換器 23 において冷媒として利用された排ガスは熱交換器 11 へと導かれる。そして、排ガスは熱交換器 11 において再び冷媒として利用された後、煙突 51 から系外へと排出される。なお、排ガスの大気への放出については、系内での排ガスの蓄積を緩和するために一部を系外に逃がすものである。従って、大気放出される排ガス中の二酸化炭素の濃度は非常に低いものとなる。

【0043】

サイクロン 25 にて分離されたドライアイスは、次にドライアイス溶融機 26 へと導かれる。ドライアイス溶融機 26 ではドライアイスは加圧されて液化する。ドライアイスを液化するのは二酸化炭素の貯留性や運搬性を良くし、かつ、取り扱いやすくするためである。なお、大量に生成されるドライアイスを効率よく液化するために、ドライアイス溶融機 26 としては、例えば、特開 2000-317302 号公報等に関示されるスクリー型押出機構によるもの等が用いられる。液化された二酸化炭素は液化炭酸貯槽 27 に貯留されて液化炭酸として多目的に利用される。

【0044】

ところで、上述した冷凍機 40 は、冷媒としての液体窒素（融点： -210°C ）を冷却する。冷凍機 40 は、例えば電気エネルギー等のエネルギーによって繰り返し圧縮・膨張させることにより液体窒素を冷却する。冷却された液体窒素は、熱交換器 11 に循環されるエチレングリコールの冷却や、DME 冷却塔 18、ドライアイスサブリメータ 24 などに循環される当該液体窒素とは別系統で流通される液体窒素等の冷媒の冷却に用いられる。冷凍機 40 は、タービン式の圧縮機 41、循環窒素圧縮機 42、冷媒を膨張させて低温を得る冷凍装置 43、冷媒である液体窒素とエチレングリコールや別系統で流通される液体窒素とを熱交換させる熱交換器 44、等を備える。

【0045】

以上に説明したように、本実施例の排ガス処理システムにあっては、石炭焚きボイラ・重油焚きボイラ等から排出される窒素酸化物や硫黄酸化物等の有害ガス成分を含んだ排ガスについて、当該排ガスに含まれる水分や有害ガス成分を効率よく除去することができる。また、このように水分や有害ガス成分を効率よく除去しつつ、排ガスに含まれる二酸化炭素を効率よく回収することができる。

【0046】

以上の説明では、排ガスからの除去対象となる有害ガスが、二酸化窒素及び二酸化硫黄である場合について説明したが、例えば、一酸化炭素、一酸化窒素等の他の窒素酸化物（ NO_x ）、一酸化硫黄等の他の硫黄酸化物（ SO_x ）、フッ化水素などのハロゲン化合物等、他の有害ガス成分についても、上記の冷却媒体を適切に選択することによって、本実施例と同様の仕組みを適用することができる。すなわち、これら以外の種類の有害ガスを含む排ガスを冷却媒体に流通させて第 1 の温度に冷却することにより排ガスに含まれる有害ガスを凝縮または固化させて排ガスから分離し、排ガスを前記第 1 の温度よりも低い第 2 の温度に冷却することにより前記排ガスに含まれる二酸化炭素を固化させて前記排ガスから分離するという、排ガスの処理システムを実現することができる。

【0047】

以上の説明は本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明はその趣旨を逸脱することなく変更、改良され得ると共に本発明にはその等価物が含まれることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】 本発明の一実施例による排ガス処理システムの概略的な構成を示す図である。

【図 2】 本発明の一実施例による二酸化硫黄濃度が 80 ppm の模擬ガスを DME 中に流通させた場合における模擬ガス中二酸化硫黄の濃度変化の測定結果を示す図である。

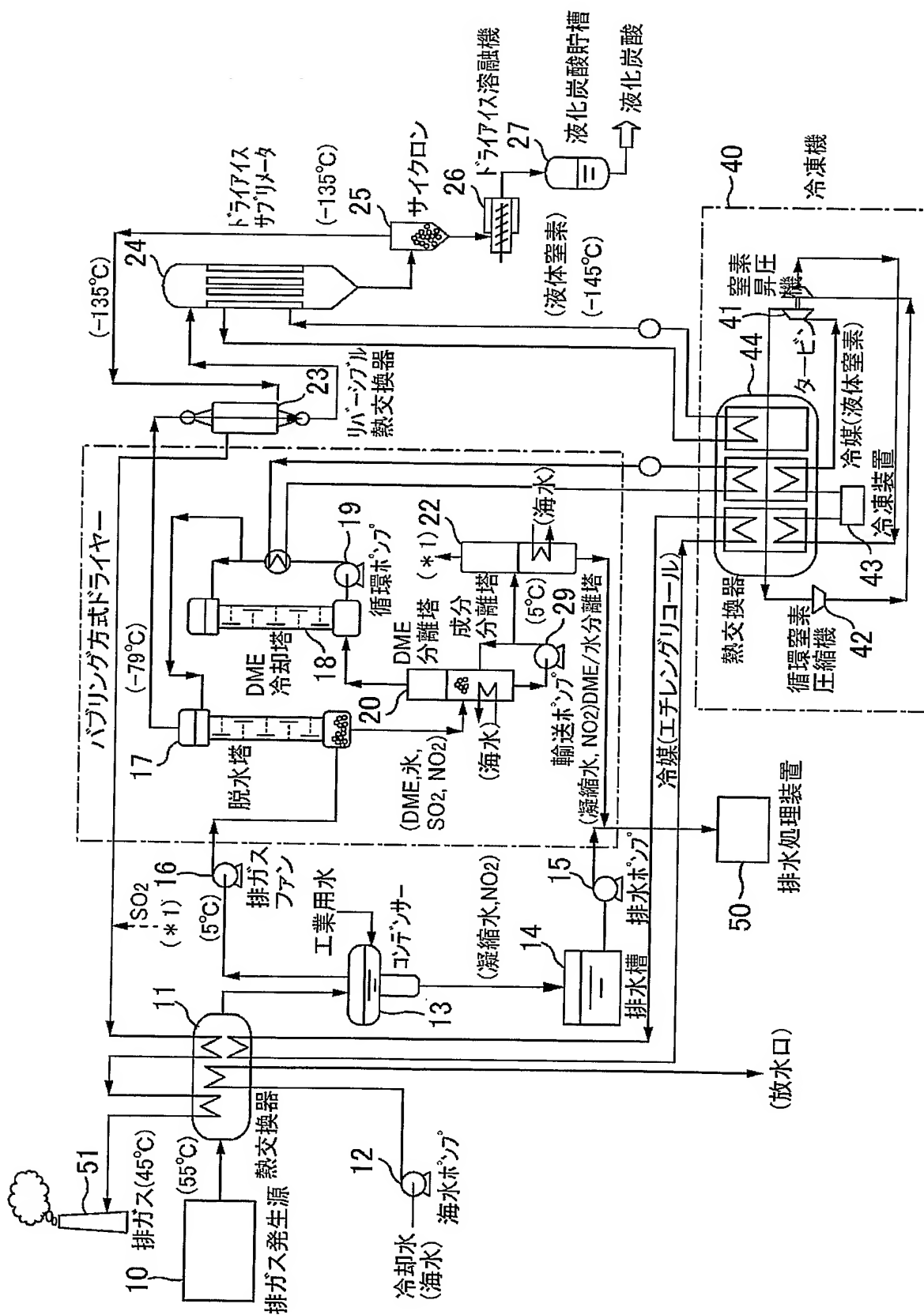
【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

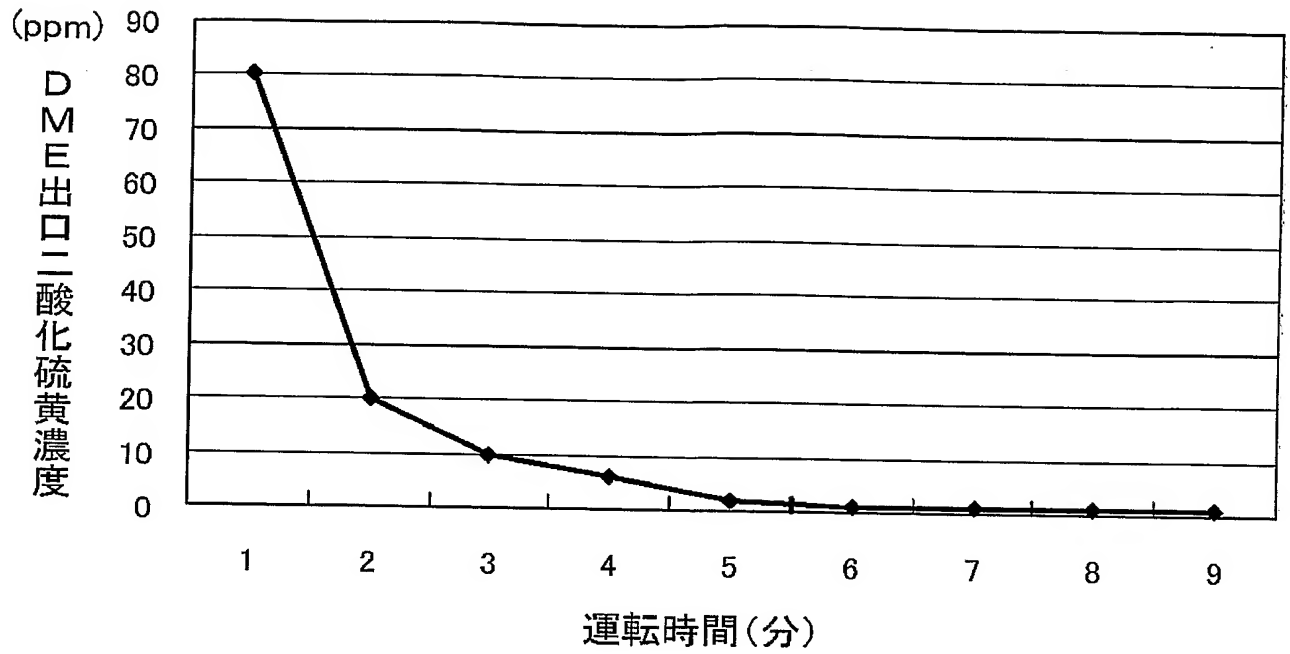
- 1 0 排ガス発生源
- 1 1 熱交換器
- 1 3 凝縮器（コンデンサ）
- 1 4 排水槽
- 1 7 脱水塔
- 1 8 DME 冷却塔
- 2 0 DME 分離塔
- 2 2 成分分離塔
- 2 3 リバーシブル熱交換機
- 2 4 ドライアイスサブリメータ
- 2 5 サイクロン
- 2 6 ドライアイス溶融機
- 2 7 液化炭酸貯槽
- 4 0 冷凍機
- 5 0 排水処理装置
- 5 1 煙突

【書類名】 凶面

【図 1】



【図 2】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】石炭焚きボイラから排出される排ガスから、有害ガス成分を効率よく除去し、かつ、二酸化炭素を効率よく回収することができる排ガスの処理方法を提供する。

【解決手段】石炭焚きボイラから排出される排ガスを冷却媒体に流通させて、二酸化炭素を固化させないが二酸化窒素及び二酸化硫黄を凝縮または固化させる第 1 の温度に冷却することにより前記排ガスに有害ガス成分として含まれる窒素酸化物及び硫黄酸化物を凝縮または固化させて前記排ガスから分離し、前記排ガスを二酸化炭素を固化させる第 2 の温度に冷却することにより前記排ガスに含まれる二酸化炭素を固化させて前記排ガスから分離するようにする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 5 7 6 0 3

ページ : 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 1 3 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

広島県広島市中区小町 4 番 3 3 号

氏 名

中国電力株式会社

特願 2 0 0 4 - 0 5 7 6 0 3

ページ： 2/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 2 0 8]

1. 変更新月日	2 0 0 3 年 5 月 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号
氏 名	三菱重工業株式会社